

تصمیم‌گیری گروهی فازی، محاسبه وزن نسبی تصمیم‌گیران؛ مطالعه کاربردی: انتخاب دانشجویان مقطع دکتری

حجت میان آبادی و عباس افشار
دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران

چکیده: در یک محیط واقعی تصمیم‌گیری گروهی، تصمیم‌گیران از دانش، مهارت و تجربه‌های متفاوتی برخوردارند و بسیار نادر است که در یک فرایند تصمیم‌گیری، دو تصمیم‌گیر از مهارت، تجربه و دانش یکسان (وزن یکسان) برخوردار باشند. در بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری گروهی، اختلاف دانش و تجربه تصمیم‌گیران (وزن و اهمیت نسبی تصمیم‌گیران) در فرایند تصمیم‌گیری در نظر گرفته نمی‌شود و کلیه تصمیم‌گیران از وزن و اهمیت یکسانی برخوردارند. کاملاً واضح است که در یک محیط واقعی این مسئله امری انتزاعی و غیرمنطقی است و باعث ایجاد خطا و عدم قطعیت در جواب نهایی می‌شود. در این مقاله ضمن ارائه یک روش جدید برای محاسبه وزن و اهمیت نسبی تصمیم‌گیران، کاربرد و تأثیر این روش در رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها در انتخاب دانشجویان مقطع دکتری بررسی شده است. ویژگی بارز این روش این است که در آن وزن نسبی تصمیم‌گیران با استفاده همزمان از ارزیابی تصمیم‌گیران نسبت به یکدیگر و ارزیابی ذهنی مدیر گروه در خصوص اهمیت نسبی تصمیم‌گیران محاسبه می‌شود. علاوه بر این، با استفاده از این روش و در نظر گرفتن وزن نسبی تصمیم‌گیران، مسئله تصمیم‌گیری به واقعیت نزدیک و گزینه نهایی با دقت بیشتری انتخاب می‌شود. همچنین، کاربرد و کارایی این روش در عملگر میانگین‌گیری وزین مرکب (HWA) مورد بررسی قرار می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: تصمیم‌گیری گروهی فازی، وزن نسبی تصمیم‌گیران، عملگر
تجمیعی HWA و انتخاب دانشجویان دکتری.

۱. مقدمه

تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM)^۱ امری ضروری و مهم در بسیاری از فعالیتها و زمینه‌های مختلف علمی است که شامل پیدا کردن برترین گزینه از بین یک مجموعه از گزینه‌های موجود است [۱]. کاربرد روشهای متعدد تصمیم‌گیری چند شاخصه در زمینه‌های مختلف مسائل مدیریت و برنامه‌ریزی در تعدادی از مطالعات مورد بررسی قرار گرفته است. برای نمونه Abrishamchi و همکاران (۲۰۰۵) در انتخاب بهترین گزینه برای تأمین آب شرب و بهداشتی شهر زاهدان از روش برنامه‌ریزی سازشی [۲]، Erdogmus و همکاران (۲۰۰۴) برای انتخاب بهترین سوخت در گرمایش مسکونی کشور ترکیه از روش ANP [۳]، Ganesh و Ramnathan (۱۹۹۰) در تخصیص منابع انرژی از روش AHP [۴]، Phua و Minowa (۲۰۰۵) در برنامه‌ریزی حفاظت از جنگلهای مالزی از روش برنامه‌ریزی سازشی [۵] و Herath (۲۰۰۴) در مدیریت تالاب Wonga در استرالیا از روش AHP [۶] استفاده کرده‌اند. کاربرد روشهای مختلف تصمیم‌گیری چند شاخصه در زمینه‌های مختلف مدیریت و برنامه‌ریزی نشان داده است که آنها ابزار مناسبی در فرایند تصمیم‌گیری و مدیریت و برنامه‌ریزی به شمار می‌روند.

تصمیم‌گیری چند شاخصه شامل چهار مرحله: شناسایی و ارزیابی، وزن دهی به شاخصها، انتخاب گزینه برتر با یک روش MADM و در نهایت، آنالیز حساسیت است. وزن دهی و تعیین اهمیت نسبی شاخصها یکی از مهم‌ترین و مشکل‌ترین مراحل تصمیم‌گیری چند شاخصه است که می‌تواند عدم قطعیت بسیاری در فرایند تصمیم‌گیری ایجاد کند.

در اغلب موارد تصمیم‌گیران نمی‌توانند مقادیر دقیقی برای وزن شاخصها ارائه کنند. این مسئله ممکن است به دلیل وجود برخی ابهامات و تناقضها در فرایند

1. Multi Attribute Decision Making.

تصمیم‌گیری یا کمبود دانش و توانایی محدود تصمیم‌گیر در پردازش اطلاعات و حتی وجود فشار زمانی در فرایند تصمیم‌گیری باشد [۹ و ۱۰]. لذا، در یک فرایند تصمیم‌گیری اینکه تصمیم‌گیر (DM)^۱ بر اساس برآوردهای ذهنی و تقریبی خود به هر یک از شاخصها وزن w_i را اختصاص دهد و آنها را مستقیماً در محاسبه گزینه برتر استفاده کند، امری اشتباه است، بلکه وزن شاخصها باید با استفاده از روشهای مناسب محاسبه و پس از آن با استفاده از یک روش مناسب MADM گزینه برتر انتخاب شود. روشهای متعددی وجود دارند که می‌توانند وزن نسبتاً دقیق شاخصها را محاسبه و با استفاده از آنها گزینه مطلوب‌تر را انتخاب کنند. در این روشها تصمیم‌گیران با استفاده از ارزیابیهای ذهنی یا برآوردهای عینی (ماتریس تصمیم) یا ترکیب هر دو آنها وزن شاخصها را مشخص و گزینه برتر را انتخاب می‌کنند. از جمله روشهای موجود می‌توان به روشهای پیشنهاد شده توسط Aikloub و همکاران (۱۹۹۷) [۱۱]، Parkan و Wong (۲۰۰۵) [۱۲]، Fahmy و Kheireldin (۲۰۰۱) [۱۳] و Yeh و همکاران (۱۹۹۹) [۱۴] اشاره کرد.

به دلیل پیچیدگی محیطهای اقتصادی-اجتماعی جوامع امروز، یک تصمیم‌گیر به تنهایی نمی‌تواند تمام جوانب لازم برای یک مسئله تصمیم‌گیری را در نظر بگیرد، زیرا در چنین حالتی اطلاعات به دست آمده ممکن است بسیار مبهم یا ناقص باشند. از این رو، در بسیاری از فرایندهای تصمیم‌گیری واقعی از چندین تصمیم‌گیر با دانش و مهارتهای مختلف و ارزیابیهای فازی آنها (تصمیم‌گیری گروهی فازی)^۲ استفاده می‌شود [۱]. تصمیم‌گیری گروهی فازی شامل چهار مرحله: ۱. تعیین و ارزیابی، ۲. همگن سازی نظرها، ۳. تجمیع و انتخاب گزینه برتر و ۴. ارزیابی میزان توافق گروهی است. مراحل تصمیم‌گیری گروهی فازی در شکل ۱ نشان داده شده است.

1. Decision Maker.

2. Fuzzy Group Decision Making (FGDM)

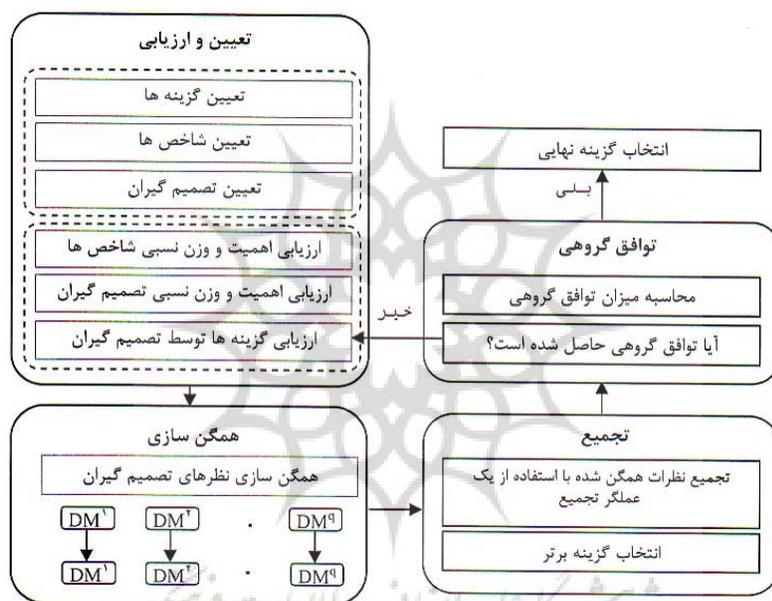
در یک محیط واقعی تصمیم‌گیری گروهی (GDM) تصمیم‌گیران (DMs) از دانش، مهارت و تجربه‌های متفاوتی برخوردارند و بسیار نادر است که در یک فرایند تصمیم‌گیری، دو تصمیم‌گیر از مهارت، تجربه و دانش یکسانی برخوردار باشند. این مسئله به علل مختلفی از جمله وجود استعدادها و تواناییهای مختلف در افراد، عدم دسترسی یکسان به منابع و امکانات موجود و بسیاری از عوامل دیگر اقتصادی-اجتماعی بستگی دارد. در بسیاری از مطالعات صورت گرفته با استفاده از تصمیم‌گیری گروهی اختلاف دانش و تجربه تصمیم‌گیران (وزن و اهمیت نسبی تصمیم‌گیران) در فرایند تصمیم‌گیری در نظر گرفته نمی‌شود و کلیه تصمیم‌گیران از وزن و اهمیت یکسانی برخوردارند. کاملاً واضح است که در یک محیط واقعی این مسئله امری انتزاعی و غیر منطقی است و باعث ایجاد خطا و عدم قطعیت در جواب نهایی می‌شود.

برای حل این مسئله، در برخی از مطالعات، مدیرگروه بر اساس ارزیابیها و برآوردهای ذهنی و تقریبی خود به هر یک از تصمیم‌گیران وزنی را اختصاص می‌دهد و براساس آنها گزینه نهایی را انتخاب می‌کند. همانند آنچه در خصوص برآورد وزن نسبی شاخصها در روش MADM ذکر شد، این روش اشتباه است و باعث ایجاد عدم قطعیت بسیار زیاد در جواب نهایی می‌شود. لذا، وجود یک روش مناسب و دقیق که با کمک آن بتوان وزن نسبی تصمیم‌گیران را محاسبه و ارزیابی کرد، امری ضروری و مهم در فرایند تصمیم‌گیری گروهی است.

در این مقاله یک روش جدید برای محاسبه وزن نسبی تصمیم‌گیران ارائه شده است. در روش پیشنهادی برای محاسبه وزن نسبی تصمیم‌گیران از ارزیابی تصمیم‌گیران نسبت به یکدیگر و ارزیابیهای ذهنی مدیر گروه نسبت به اهمیت تصمیم‌گیران به طور همزمان استفاده و علاوه بر این، کاربرد این روش در عملگر میانگین‌گیری وزنی مرکب (HWA)^۱ بررسی شده است. بدین ترتیب، در بخش

1. Hybrid weighted averaging.

دوم، عملگر HWA معرفی شده است. روش جدید محاسبه وزن نسبی تصمیم‌گیران در بخش سوم ارائه شده است. در بخش چهارم با ارائه مثال کاربردی در گزینش دانشجویان مقطع دکتری، اهمیت و مزایای این روش در مسائل تصمیم‌گیری بررسی شده است. در بخش آخر نتایج به دست آمده مورد تحلیل قرار گرفته است.



شکل ۱: فرآیند تصمیم‌گیری

عملگر میانگین وزنی مرکب (HWA)

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، یک مسئله تصمیم‌گیری گروهی فازی شامل چهار مرحله: تعیین و ارزیابی، همگن‌سازی، تجمیع و ارزیابی میزان توافق گروهی است. تجمیع مهم‌ترین مرحله در فرآیند تصمیم‌گیری گروهی است [۵]. در این مرحله نظر کلیه اعضای گروه برای دستیابی به رتبه بندی نهایی گزینه‌ها با یکدیگر تجمیع می‌شود. عملگر تجمعی F ، یک نگاشت از $X^n = (x_1, \dots, x_n)$ با n

بعد به یک بعد از X است: $X^n \rightarrow X$. برداری ورودی x^n و نتیجه خروجی X می‌توانند متغیرهای زیبایی یا اعداد گسسته باشند. عملگرهای تجمیع متعددی برای تجمیع نظرهای شرکت‌کنندگان وجود دارد که از آن جمله می‌توان به عملگرهای تجمیعی میانگین‌گیری [۱۶، ۱۷]، میانه وزن دهی شده [۱۸]، انتگرال Sugeno [۱۹]، رتبه بندی Leximin [۲۰] و عملگر تجمیعی میانگین وزنی مرتب شده (OWA) [۲۱ و ۲۳] اشاره کرد. در حال حاضر، عملگرهای میانگین‌گیری حسابی (WAA) و میانگین‌گیری وزنی مرتب شده (OWA) رایج‌ترین عملگرهای تجمیعی برای تجمیع داده‌ها هستند [۲۴ و ۲۵]. در ادامه این عملگرها و خصوصیات هر یک از آنان معرفی شده است.

عملگرهای میانگین‌گیری حسابی (WAA)^۱

عملگرهای میانگین‌گیری شبه خطی عملگرهای تجمیعی وزن دهی شده‌ای هستند که به صورت زیر تعریف می‌شوند [۲۶ و ۲۷]:

$$F_{W\alpha}(x) = h^{-1} \left[\sum_{i=1}^n w_i h(x_i) \right], x = I^n \quad (۱)$$

که $h: R^n \rightarrow R$ یک تابع اکیداً پیوسته و یکنواخت است و $w \in [0, 1]^n$ و $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ اگر $h(x) = x^\alpha$ و $\alpha = 1$ در نظر گرفته شود، عملگر یاد شده به عملگر میانگین‌گیری حسابی وزنی (WAA) تبدیل می‌شود:

$$F_{wi}(x) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot x_i \quad (۲)$$

که x_i ($i=1, 2, \dots, n$) مجموعه مقادیری هستند که می‌خواهند با یکدیگر تجمیع شوند. از این رابطه مشهود است که عملگر WAA تمام مقادیر را قبل از

1. Weighted Arithmetic Averaging.

تجمیع به وسیله یک بردار وزن نرمال شده وزن دهی و سپس، این مقادیر وزن دهی شده را با یکدیگر تجمیع می‌کند.

عملگر میانگین گیری وزنی مرتب شده (OWA):

عملگر تجمیع OWA را یاگر معرفی کرد [۲۱-۲۳]. عملگر OWA یک عملگر تجمیعی با بردار وزن متناظر $w \in [0,1]^n$ ، $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ است، به طوری که:

$$F_w(x) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot b_i, \quad x \in I^n \quad (۳)$$

که b_i ، i امین مقدار بزرگ مجموعه مرتب شده صعودی به نزولی مجموعه X است.

همان طور که در تعریف عملگر OWA مشاهده شد، یک مسئله مهم در تعریف این عملگر محاسبه بردار وزن w است. دو روش برای محاسبه بردار وزن عملگر وجود دارد: در روش اول، بردار وزن با استفاده از داده های نمونه صورت می‌گیرد. در روش دوم، بردار وزن با استفاده از کمیت سنجهای زبانی محاسبه می‌شود. در این روش که آن را یاگر [۲۲، ۲۳] پیشنهاد کرد، بردار وزن کمیت سنجها با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$w_i = Q\left(\frac{i}{n}\right) - Q\left(\frac{i-1}{n}\right), \quad i = 1, \dots, n \quad (۴)$$

که Q یک کمیت سنج زبانی است. مفهوم کمیت سنجهای فازی برای ترجمه خصوصیات زبان محاوره ای به عبارات ریاضی رسمی به کار می‌روند که باعث فرمول بندی تصمیم‌گیری چند معیار و توابع ارزیابی آنها می‌شوند. کمیت سنجهای زبانی که مفهوم اکثریت فازی را منعکس می‌کنند، به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$Q(r) = \begin{cases} 0 & \text{if: } r < a \\ \frac{r-a}{b-a} & \text{if: } b \leq r \leq a \\ 1 & \text{if: } r > b \end{cases} \quad (۵)$$

رایج‌ترین کمیت سنجهای زبانی فازی که در محاسبه بردار وزن به کار برده می‌شوند، کمیت سنجهای «بیشترین»، «حداقل نمی»، «تا حد ممکن» هستند که بازه آنها به ترتیب به ترتیب $(0/8 و 0/3)$ و $(0/5 و 0)$ و $(1 و 0/5)$ است. علاوه بر روش یاد شده، روش کلی دیگر برای محاسبه کمیت سنجهای زبانی وجود دارد که عبارت است از:

$$Q_{\alpha}(r) = r^{\alpha}, \alpha \geq 0 \quad (6)$$

عملگر OWA شامل دو مشخصه اصلی است که بیانگر رفتار عملگر OWA است [۲۸ و ۲۱]: ۱. درجه *OR ness* یا ریسک‌پذیری و ۲. میزان تبادل بین شاخصها. درجه *OR ness* یا ریسک‌پذیری موقعیت عملگر OWA را در بین روابط *and* (می‌نیمم) و *or* (ماکزیمم) نشان می‌دهد [۲۹]. این درجه بیانگر میزان تأکید تصمیم‌گیر بر روی مقادیر بهتر یا بدتر یک مجموعه از شاخص‌هاست. افراد ریسک‌پذیر بر روی خواص خوب یک گزینه و افراد ریسک‌گریز بر روی خواص بد یک گزینه تأکید می‌کنند و آن را ملاک انتخاب خود قرار می‌دهند [۳۰ و ۳۱]. درجه *OR ness* به صورت زیر تعریف می‌شود [۲۱]:

$$OR\ ness = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (n-i) \cdot w_i, \quad 0 \leq OR\ ness \leq 1 \quad (7)$$

هر چه مقدار *OR ness* بیشتر باشد، میزان خوش‌بینی یا ریسک‌پذیری تصمیم‌گیر بیشتر خواهد بود.

مشخصه دوم عملگر OWA میزان «تبادل» بین شاخص‌هاست. میزان «تبادل» درجه موازنه یا جبران بین شاخصها را نشان می‌دهد. درجه «تبادل» به صورت زیر تعریف می‌شود [۲۸]:

$$trad\ off = 1 - \sqrt{\frac{n}{n-1} \sum_{i=1}^n (w_i - \frac{1}{n})^2}, \quad 0 \leq trad\ off \leq 1 \quad (8)$$

یک ویژگی مهم عملگر OWA این است که می توان با استفاده از یک ماتریس تصمیم، جوابهای متعددی براساس خصوصیات ذهنی تصمیم گیر ارائه کرد. به بیان دیگر، عملگر OWA خصوصیات ذهنی تصمیم گیر را در برآورد مقادیر تجمیعی لحاظ می کند، در حالی که بسیاری از عملگرهای تجمیعی دیگر این خصوصیت مهم را ندارند.

با توجه به روابط (۲) و (۳) کاملاً واضح است که عملگر WAA وزن دهی خود را فقط بر اساس اهمیت متغیرها انجام می دهد و از اهمیت مقادیر متغیرها صرف نظر می کند. در حالی که عملگر OWA فقط مقدار و رتبه بندی متغیرها را وزن دهی می کند و از اهمیت متغیرها صرف نظر می کند. برای حل این مسئله، Xu و Da [۳۳] یک عملگر میانگین گیری وزن دهی مرکب (HWA) معرفی کردند که در آن هم اهمیت متغیرها و هم مقدار آنها را در وزن دهی آنها در نظر گرفته می شود. عملگر HWA به صورت زیر تعریف می شود:

$$HWA_{v,w}(a_1, a_2, \dots, a_n) = \sum_{j=1}^n v_j . b_j \quad (9)$$

که v_j بردار وزن عملگر و $\sum_{j=1}^n v_j = 1$ هستند. بردار وزن v_j همانند بردار وزن عملگر OWA به دست می آید. b_j ، j امین مقدار بزرگ مجموعه مرتب شده صعودی به نزولی مجموعه $nw_i a_i$ است. $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ بردار وزن متغیرهای a_i ($i=1, 2, \dots, n$) است و $\sum_{j=1}^n w_j = 1$, ($j=1, 2, \dots, n$) و n ضرب تعادل است که نقش یک متعادل کننده را بازی می کند. اگر بردار وزن $(w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ به سمت $(\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n})^T$ میل کند، آن گاه بردار $(nw_1 a_1, nw_2 a_2, \dots, nw_n a_n)^T$ به سمت (a_1, a_2, \dots, a_n) میل می کند و عملگر HWA به عملگر OWA تبدیل می شود.

تجمیع اطلاعات با استفاده از عملگر تجمیع HWA در طی سه مرحله به صورت زیر انجام می شود [۱]:

۱. متغیرهای $(i=1, 2, \dots, n)$ را در اوزان w_i ($i=1, 2, \dots, n$) و ضریب متعادل کننده n ضرب می‌کنیم و مقادیر وزین $nw_i a_i$ به دست می‌آید.
۲. متغیرهای وزن دهی شده $nw_i a_i$ به ترتیب صعودی به نزولی (b_1, b_2, \dots, b_n) مرتب می‌شود که b_j j امین مقدار بزرگ $nw_i a_i$ است.
۳. متغیرهای وزین مرتب شده $(j=1, 2, \dots, n)$ در اوزان عملگر HWA، v_j ($j=1, 2, \dots, n$) ضرب می‌شوند و سپس، تمام متغیرهای وزن دهی شده $v_j . b_j$ ($j=1, 2, \dots, n$) با یکدیگر جمع می‌شوند.

در یک تصمیم‌گیری گروهی فازی اگر t شرکت کننده نظرهای خود را درباره S گزینه با توجه به n شاخص، به صورت $p_{ij}^{(q)}$ ارائه دهد، مقدار تجمیعی این مقادیر به وسیله عملگر HWA به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$r_{ij} = HWA_{v, \lambda}(r_{ij}^{(1)}, r_{ij}^{(2)}, \dots, r_{ij}^{(q)}, \dots, r_{ij}^{(t)}) \quad (10)$$

$$q = 1, 2, \dots, t$$

$$i = 1, 2, \dots, s$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

که $r_{ij}^{(q)}$ مقادیر وزن دهی شده نظرها بر اساس وزن نسبی شاخص هاست که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$r_{ij}^{(q)} = P_{ij}^{(q)} . w_j, j = 1, 2, \dots, n \quad (11)$$

در روابط یاد شده $p_{ij}^{(q)}$ ارزیابی تصمیم‌گیر q از گزینه i بر اساس شاخص j و w_j ($j=1, 2, \dots, n$) بردار وزن نسبی شاخص هاست که $w_j \geq 0$ و $\sum_{j=1}^n w_j = 1$. بردار $v = (v_1, \dots, v_t)^T$ نیز بردار وزن عملگر HWA و بردار $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_t)^T$ بردار وزن تصمیم‌گیران است.

در این روابط، مقادیر $p_{ij}^{(q)}$ توسط تصمیم‌گیران ارائه می‌شود. هر تصمیم‌گیر می‌تواند ارزیابیهای خود از گزینه‌ها $(P_{ij}^{(q)})$ را به پنج صورت کلی ۱. رابط اولویت فازی، ۲. رابط اولویت چندگانه، ۳. تابع مطلوبیت، ۴. رتبه بندی گزینه‌ها و ۵. عنوانهای زبانی ارائه کند. بردار وزن شاخصها w_j ($j=1, 2, \dots, n$) را نیز

می‌توان با استفاده از روشهای ذکر شده در بخش (۱) محاسبه کرد. بردار وزن متناظر عملگر HWA $v = (v_1, v_2, \dots, v_t)^T$ با استفاده از روشهای ذکر شده برای تعیین وزن عملگر OWA - که در بخش قبل اشاره شد - به دست می‌آیند. بردار $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_t)^T$ بردار وزن تصمیم‌گیران است که در ادامه یک روش جدید برای محاسبه آن ارائه شده است.

۲. روش پیشنهادی برای محاسبه وزن تصمیم‌گیران

در روش پیشنهادی برای محاسبه وزن و اهمیت نسبی تصمیم‌گیران از ارزیابی تصمیم‌گیران نسبت به یکدیگر و ارزیابی مدیرگروه نسبت به تصمیم‌گیران به طور همزمان استفاده شده است.

در اولین مرحله، پس از ارزیابی گزینه‌ها توسط تصمیم‌گیران، از هر تصمیم‌گیر (DM_i) خواسته می‌شود تا ارزیابی خود را در باره اهمیت نسبی سایر تصمیم‌گیران $(j=1, \dots, t, j \neq i)$ به صورت w_{ij} ارائه کند. w_{ij} بیانگر میزان اهمیت تصمیم‌گیر j از نظر تصمیم‌گیر i است که $\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij} = 1$. مقادیر بزرگ تر w_{ij}

بیانگر میزان اهمیت بیشتر تصمیم‌گیر j از نظر تصمیم‌گیر i است. در یک مسئله واقعی تصمیم‌گیری، اینکه از کلیه تصمیم‌گیران خواسته شود تا تمام اعضای گروه را ارزیابی کنند و با توجه به درجه اهمیت هر یک از آنان، یک وزن به آنها اختصاص دهند، امری غیر عملی است، زیرا: ۱. اینکه تصمیم‌گیران بخواهند علاوه بر برآورد ارزش هرگزینه و وزن نسبی شاخصها، وزن و درجه اهمیت تمام تصمیم‌گیران را نیز ارزیابی کنند، کاری بزرگ و تا حدودی ناممکن است [۳۴]. ۲. اعضای گروه ممکن است نظر واقعی خود را درباره سایر اعضای گروه پنهان سازند و یا نتوانند نظر واقعی خود را به دلیل ملاحظات مختلف در باره اهمیت سایر اعضا بیان کنند [۳۵]. ۳. سومین و مهم‌ترین دلیل آنکه،

اختصاص یک مقدار عددی به عنوان درجه اهمیت هر شرکت کننده برای سایر اعضای گروه امری انتزاعی است [۳۴]. از این رو، وزن و اهمیت هر فرد را بر اساس میزان تفاوت نظرهای هر عضو گروه با سایر اعضای گروه به دست می‌آوریم. بدین ترتیب، که هر عضوی که نظرهای و ارزیابیهای نزدیک تری به نظرهای تصمیم‌گیر i داشته باشد، وزن بیشتری از طرف تصمیم‌گیر i به او اختصاص می‌یابد و برعکس، نظر هر فرد که اختلاف بیشتری با نظرهای تصمیم‌گیر i داشته باشد، وزن کمتری از طرف تصمیم‌گیر i به او اختصاص می‌یابد.

یک مسئله تصمیم‌گیری گروهی را در نظر بگیرید که q شرکت کننده ارزیابیهای خود از هر گزینه را بر اساس n شاخص به صورت زیر ارائه کرده باشند:

$$\begin{array}{l} \text{DM}^1 \\ \text{DM}^2 \\ \text{DM}^3 \\ \dots \\ \text{DM}^q \end{array} \begin{pmatrix} C_1 & C_2 & C_3 & \dots & C_n \\ P_{11} & P_{12} & P_{13} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & \dots & P_{2n} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} & \dots & P_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{q1} & P_{q2} & P_{q3} & \dots & P_{qn} \end{pmatrix}$$

اهمیت تصمیم‌گیر i از نظر تصمیم‌گیر i بر اساس رابطه زیر به دست می‌آید:

$$w_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n \left\{ 1 - |P_{ik} - P_{jk}|^b \right\}}{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^q \sum_{k=1}^n \left\{ 1 - |P_{ik} - P_{jk}|^b \right\}}, \quad b \in (0,1) \quad (12)$$

که b میزان سختگیری در اختصاص وزن به هر تصمیم‌گیر را کنترل می‌کند. در یک اختلاف نظر ثابت هرچه میزان b بیشتر باشد، وزن کمتری به تصمیم‌گیر در نظر گرفته شده اختصاص می‌یابد. در رابطه یاد شده p_{ik} بیانگر ارزیابی تصمیم‌گیر i از گزینه موجود بر اساس شاخص k ام است. q تعداد تصمیم‌گیران

و n تعداد شاخصهاست. با توجه به رابطه یاد شده کاملاً واضح است که هر تصمیم‌گیری که نظرهای نزدیک‌تری نسبت به تصمیم‌گیر i داشته باشد، وزن بیشتری از طرف تصمیم‌گیر i به وی اختصاص می‌یابد. وزن نهایی تصمیم‌گیر j از نظر سایر اعضای گروه (w_j) از تجمیع اوزان اعمال شده به این تصمیم‌گیر توسط سایر اعضای گروه با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$w_j = OWA(w_{1j}, \dots, w_{j-1,j}, w_{j+1,j}, \dots, w_{qj}) \quad (13)$$

در یک مسئله واقعی تصمیم‌گیری، مدیر گروه ممکن است نظرهای متفاوتی درباره اهمیت نسبی شرکت کنندگان داشته باشد و مایل باشد که آنها را در فرایند تصمیم‌گیری و انتخاب گزینه مطلوب‌تر تأثیر دهد. اگر D_j بیانگر اهمیت تصمیم‌گیر j از نظر مدیر گروه باشد، وزن نهایی هر یک از تصمیم‌گیران از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\lambda_j = \alpha \cdot D_j + \beta \cdot w_j \quad (14)$$

که α و β به ترتیب بیانگر میزان اهمیت نظر مدیر گروه و نظر تصمیم‌گیران در برآورد وزن نسبی شرکت کنندگان است و می‌توان مقادیر آنها را با کمک روش AHP به دست آورد. بدین ترتیب، اگر اهمیت نظر مدیر گروه نسبت به نظر تصمیم‌گیران یکسان باشد، $\alpha = \beta = 1/2$. اگر نظر مدیر گروه نسبت به نظر تصمیم‌گیران مهم‌تر باشد، $\alpha = 3/4, \beta = 1/4$ و اگر نظر مدیر گروه بسیار مهم‌تر از نظر تصمیم‌گیران در نظر گرفته شود، $\alpha = 5/6, \beta = 1/6$ و اگر نظر مدیر گروه بسیار زیاد مهم‌تر از نظر تصمیم‌گیران باشد $\alpha = 7/8, \beta = 1/8$ و اگر نظر مدیر گروه کاملاً مهم‌تر از نظر تصمیم‌گیران در نظر گرفته شود $\alpha = 9/10, \beta = 1/10$ است. حال کارایی و اهمیت این روش در رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها با ارائه دو مثال کاربردی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۳. مطالعه کاربردی

مثال در نظر گرفته شده برای بررسی کارایی روش ارائه شده بخشی از مثال انتخاب دانشجویان مقطع دکتری است که قبل از این توسط محققان مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است [۳۶-۳۹]. شاخصهای در نظر گرفته شده برای انتخاب دانشجویان دکتری عبارت‌اند از:

- میزان هماهنگی با یک گروه تحقیقاتی در دانشگاه؛
- میزان پیشتازی در تحقیق؛
- میزان مشارکت‌پذیری؛
- دانشگاه مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد؛
- معدل مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد؛
- دروس تخصصی و مرتبط گذرانده شده.

همزمان با این شاخصها در خواسته‌های ارسال شده توسط افراد و میزان تسلط به زبان انگلیسی و تجربه کاری افراد نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این مرحله تمام شاخص‌ها از وزن تقریباً یکسانی برخوردارند.

یک گروه از تصمیم‌گیران برای ارزیابی درخواستهای ارسال شده براساس شاخصهای معرفی شده انتخاب شده‌اند. تصمیم‌گیران هر درخواست را با توجه به شش معیار معرفی شده ارزیابی و هر یک از آنها را بر اساس این شاخصها ارزش‌گذاری می‌کنند. مقادیر در نظر گرفته شده برای سنجش گزینه‌ها به صورت ۱، ۲ و ۳ است که ۳ بیانگر عالی، ۲ بیانگر متوسط و ۱ بیانگر ضعیف است. هدف از ارائه این مثال انتخاب بهترین گزینه برای ادامه تحصیل از دو تقاضانامه ارسال شده است. برای ارزیابی دو گزینه در نظر گرفته شده، با استفاده از داده‌های [۳۷]، نظرهای چهار تصمیم‌گیر از ۱۱ تصمیم‌گیر موجود انتخاب و به دو گزینه مزبور اختصاص یافته‌اند. ارزیابیهای چهار تصمیم‌گیر در نظر گرفته شده در باره دو متقاضی در جدول ۱ نشان داده شده است [۳۷]. از عملگر OWA برای انتخاب گزینه برتر استفاده شده است. ارزیابیهای فردی شرکت‌کنندگان به وسیله عملگر

OWA و بردار وزن حاصل از کمیت سنج $Q_\alpha(r) = r^\alpha, \alpha \geq 0$ با یکدیگر تجمیع شده اند. علاوه براین، با توجه به پنج شرط ذکر شده برای تجمیع داده‌ها و محاسبه ارزش نهایی هر گزینه، مقدار $\alpha = 1, 2$ برای تجمیع نظرهای اولیه هر شرکت کننده و $\alpha = 0, 464$ برای تجمیع نهایی نظرهای شرکت کنندگان با یکدیگر در نظر گرفته شده است [برای آگاهی از جزئیات این شروط و نحوه محاسبه α پیشنهاد می شود منابع [۳۶-۳۸] مورد مطالعه قرار گیرند]. در این مثال ارزش نهایی هر متقاضی یکبار با در نظر گرفتن اهمیت یکسان برای کلیه شرکت کنندگان و بار دیگر با در نظر گرفتن وزن نسبی هر یک از شرکت کنندگان محاسبه و نتایج آن با یکدیگر مقایسه شده است.

جدول ۱: ارزیابی های فردی تصمیم گیران از گزینه ها و مقادیر تجمعی آنها.

متقاضی ۲							متقاضی ۱						
OWA	C_p	C_o	C_r	C_f	C_i	C_j	OWA	C_p	C_o	C_r	C_f	C_i	C_j
۱,۹۲	۱	۲	۲	۲	۲	۳	۲,۶۱۵	۲	۲	۳	۳	۳	۳
۲,۰۷۱	۱	۲	۲	۲	۳	۳	۲,۴۴۵	۲	۲	۲	۳	۳	۳
۲,۸۰۴	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۲,۲۳۹	۱	۲	۲	۳	۳	۳
۲,۶۱۵	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۲,۲۳۹	۱	۲	۲	۳	۳	۳

فرایند انتخاب گزینه نهایی در دو مرحله کلی: ۱. محاسبه وزن شرکت کنندگان و ۲. محاسبه مقادیر تجمعی و ارزش نهایی هر گزینه ارائه می شود. در مرحله اول، ابتدا وزن هر یک از تصمیم گیران بر اساس نظر سایر اعضا با استفاده از داده های جدول ۱ و رابطه (۱۲) محاسبه می شود. در این مثال $b=1$ در نظر گرفته شده است. سپس با استفاده از عملگر OWA و رابطه (۱۳)، وزن نهایی هر تصمیم گیر از نظر سایر اعضای گروه (w_j) به دست می آید. در این مثال از $\alpha = 0/46$ و بردار وزن متناظر $W=(0/06, 0/228, 0/172)$ برای تجمیع وزن هر یک از شرکت کننده‌ها استفاده شده است. وزن نهایی تصمیم گیران از نظر سایر اعضای گروه

در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است. وزن‌های به دست آمده باید با استفاده از رابطه زیر نرمال شوند:

$$\bar{w}_j = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^4 w_j} \quad (10)$$

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، در یک فرایند تصمیم‌گیری ممکن است مدیر گروه خواهان اعمال نظرهای خود در باره اهمیت نسبی تصمیم‌گیران در فرایند انتخاب گزینه نهایی باشد. مدیر گروه نظرهای خود را در باره اهمیت نسبی تصمیم‌گیران به صورت $D_1=3, D_2=2, D_3=1, D_4=1$ ارائه کرده است. با نرمال کردن این مقادیر با استفاده از رابطه (۱۵) مقادیر نرمال شده وزن تصمیم‌گیران از نظر مدیر گروه برابر $D_1=0,43, D_2=0,29, D_3=0,14, D_4=0,14$ می‌شود که در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است. پس از مذاکرات صورت گرفته، اهمیت نظر مدیر گروه در انتخاب گزینه نهایی برابر $0,6$ ($\alpha=0,6$) و نظر تصمیم‌گیران برابر $0,4$ ($\beta=0,4$) در نظر گرفته شده است. با توجه به مقادیر D_i و w_i در جدول ۲ و ۳ و رابطه (۱۴) وزن نهایی هر یک از تصمیم‌گیران برای متقاضی یک برابر $\lambda_1 = (0,36, 0,26, 0,19, 0,19)$ برای تقاضا نامه دو برابر $\lambda_2 = (0,37, 0,27,$

جدول ۲: وزن و اهمیت نسبی تصمیم گیران در ارزیابی متقاضی ۱.

λ_i	\bar{D}_i	D_i	\bar{w}_i	w_i	w_{ij}				
					DM ⁴	DM ³	DM ²	DM ¹	
۰,۳۶	۰,۴۳	۳	۰,۲۵	۰,۳۵	۰,۳۱	۰,۳۱	۰,۳۸	-	DM ¹
۰,۲۶	۰,۲۹	۲	۰,۲۳	۰,۳۳	۰,۳۴	۰,۳۳	-	۰,۳۳	DM ²
۰,۱۹	۰,۱۴	۱	۰,۲۶	۰,۳۶	۰,۴	-	۰,۳۳	۰,۲۷	DM ³
۰,۱۹	۰,۱۴	۱	۰,۲۶	۰,۳۶	-	۰,۴	۰,۳۳	۰,۲۷	DM ⁴

جدول ۳: وزن و اهمیت نسبی تصمیم گیران در ارزیابی متقاضی ۲.

λ_i	\bar{D}_i	D_i	\bar{w}_i	w_i	w_{ij}				
					DM ⁴	DM ³	DM ²	DM ¹	
۰,۳۷	۰,۴۳	۳	۰,۲۷	۰,۴۶	۰,۲۵	۰,۱۲	۰,۶۳	-	DM ¹
۰,۲۷	۰,۲۹	۲	۰,۲۳	۰,۴	۰,۳	۰,۲	-	۰,۵	DM ²
۰,۱۹	۰,۱۴	۱	۰,۲۷	۰,۴۶	۰,۶۳	-	۰,۲۵	۰,۱۲	DM ³
۰,۱۷	۰,۱۴	۱	۰,۲۳	۰,۴	-	۰,۵	۰,۳	۰,۲	DM ⁴

در مرحله دوم مقادیر تجمیعی نظرهای شرکت کنندگان محاسبه و با استفاده از عملگر HWA مقادیر نهایی هر یک از متقاضی ها محاسبه و گزینه برتر انتخاب می شود. همان طور که قبلاً اشاره شد، در تجمیع نظرهای فردی تصمیم گیران از عملگر OWA با کمیت سنج $\alpha = 1.2$, $Q_\alpha = r$ و بردار وزن متناظر $w = (0/116, 0/151, 0/168, 0/180, 0/189, 0/196)$ استفاده شده است. مقادیر تجمیع شده نظرهای فردی شرکت کنندگان در جدول ۱ نشان داده

شده است. با توجه به الگوریتم ارائه شده برای محاسبه عملگر HWA، ارزش نهایی هر یک از گزینه‌ها به صورت زیر محاسبه می‌شود:

۱. ارزیابیهای تجمیعی هر تصمیم‌گیر (جدول ۱) در وزن نسبی هر تصمیم‌گیر (۴ و ۱) ضرب می‌شود. در این مرحله مقدار $n=1$ فرض شده است. در حالتی که کلیه شرکت‌کنندگان از وزن یکسانی برخوردارند، مقدار (۴ و ۱) $\lambda_i = 0,25$ در نظر گرفته شده است و در حالت دوم، مقادیر وزن تصمیم‌گیران در مورد گزینه‌های ۱ و ۲ بر اساس جداول ۲ و ۳ به ترتیب برابر (۰/۱۹، ۰/۱۹، ۰/۳۶/۰، ۰/۰) λ_1 و (۰/۱۷، ۰/۱۹، ۰/۲۷، ۰/۳۷) λ_2 در نظر گرفته شده است.

۲. مقادیر وزن به دست آمده از مرحله قبل به ترتیب صعودی به نزولی مرتب می‌شوند.

۳. مقادیر وزن مرتب شده در اوزان عملگر HWA ضرب می‌شود و ارزش نهایی هر گزینه به دست می‌آید. برای تجمیع نظرهای تصمیم‌گیران با یکدیگر از $\alpha = 0,464$ و بردار وزن متناظر (۰/۱۲۵، ۰/۱۵، ۰/۱۹۹، ۰/۵۲۶) w استفاده شده است. مقادیر نهایی گزینه‌ها در دو حالت بدون در نظر گرفتن وزن نسبی تصمیم‌گیران (گروه همگن) و با در نظر گرفتن وزن نسبی تصمیم‌گیران (گروه ناهمگن) به ترتیب در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده‌اند.

همان‌طور که از نتایج به دست آمده مشهود است، ارزش نهایی هر گزینه در حالتی که تمام تصمیم‌گیران از اهمیت یکسانی برخوردارند، به ترتیب برای متقاضی ۱ و ۲ برابر ۰/۶۱۹ و ۰/۶۳۷ است. در این حالت، واضح است که امتیاز دانشجوی دوم از امتیاز دانشجوی اول بیشتر است و دانشجوی دوم برای ادامه تحصیل در مقطع دکتری انتخاب می‌شود. اما در حالتی که وزن نسبی تصمیم‌گیران محاسبه و در برآورد ارزش نهایی هر متقاضی اثر داده شده است، مشاهده می‌شود که ارزش نهایی متقاضی ۱ و ۲ به ترتیب برابر ۰/۷۳۴ و ۰/۶۱۴

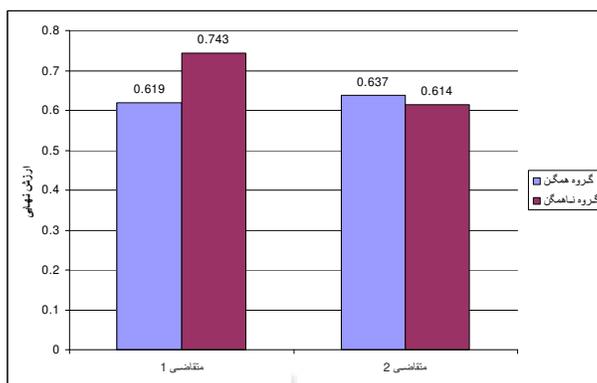
است. کاملاً واضح است که در این حالت امتیاز دانشجوی اول از امتیاز دانشجوی دوم بیشتر است و دانشجوی اول باید برای ادامه تحصیل در مقطع دکتری انتخاب شود. در شکل ۱ ارزش و رتبه بندی گزینه‌ها در دو حالت گروه تصمیم گیر همگن و ناهمگن نشان داده شده است.

جدول ۴: ارزش نهایی گزینه های ۱ و ۲ بدون در نظر گرفتن وزن نسبی تصمیم گیران (گروه ناهمگن)

مفاضی ۲				مفاضی ۱				
HWA	$\lambda_i.P_i$	P_i	λ_i	HWA	$\lambda_i.P_i$	P_i	λ_i	
۰.۶۳۷	۰.۴۸	۱.۹۲	۰.۲۵	۰.۶۱۹	۰.۶۵۳۷	۲.۶۱۵	۰.۲۵	DM ¹
	۰.۵۱۸	۲.۰۷۱	۰.۲۵		۰.۶۱	۲.۴۳۵	۰.۲۵	DM ²
	۰.۷۰۱	۲.۸۰۴	۰.۲۵		۰.۵۶	۲.۲۳۹	۰.۲۵	DM ³
	۰.۶۵۴	۲.۶۱۵	۰.۲۵		۰.۵۶	۲.۲۳۹	۰.۲۵	DM ⁴

جدول ۵: ارزش نهایی گزینه های ۱ و ۲ با در نظر گرفتن وزن نسبی تصمیم گیران (گروه ناهمگن)

مفاضی ۲				مفاضی ۱				
HWA	$\lambda_i.P_i$	P_i	λ_i	HWA	$\lambda_i.P_i$	P_i	λ_i	
۰.۶۱۳	۰.۶۹۱۲	۱.۹۲	۰.۳۷	۰.۷۳۲	۰.۹۱۱۴	۲.۶۱۵	۰.۳۶	DM ¹
	۰.۵۵۹	۲.۰۷۱	۰.۳۷		۰.۶۵۷۴	۲.۴۳۵	۰.۲۶	DM ²
	۰.۵۳۳	۲.۸۰۴	۰.۱۹		۰.۴۲۵۴	۲.۲۳۹	۰.۱۹	DM ³
	۰.۳۷۱	۲.۶۱۵	۰.۱۷		۰.۴۲۵۴	۲.۲۳۹	۰.۱۹	DM ⁴



شکل ۲: ارزش نهایی گزینه‌ها برای تصمیم‌گیران گروهی همگن / ناهمگن

نتایج

در این مقاله ضمن ارائه یک روش جدید برای محاسبه وزن نسبی تصمیم‌گیران، اهمیت و تأثیر این روش در رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. ویژگی بارز روش پیشنهادی این است که در این روش برای محاسبه وزن و اهمیت نسبی تصمیم‌گیران، از ارزیابی تصمیم‌گیران نسبت به یکدیگر و ارزیابی ذهنی مدیرگروه نسبت به تصمیم‌گیران به‌طور همزمان استفاده می‌شود. با استفاده از این روش و در نظر گرفتن وزن نسبی تصمیم‌گیران، مسئله تصمیم‌گیری به واقعیت نزدیکتر و گزینه نهایی با دقت بیشتری انتخاب می‌شود. همان‌گونه که در مثال ذکر شده مشاهده شد، نتایج رتبه‌بندی گزینه‌ها در دو حالت بدون در نظر گرفتن اهمیت نسبی تصمیم‌گیران و با در نظر گرفتن اهمیت نسبی هر یک از تصمیم‌گیران کاملاً با یکدیگر متفاوت بودند که این بیانگر اهمیت و تأثیر روش ذکر شده در رتبه‌بندی نهایی گزینه‌هاست. علاوه بر این، کاربرد این روش در عملگر HWA که توسط Xu, Da [۱] معرفی شد، مورد بررسی قرار گرفت.

مراجع

1. Z. Xu & J. Chen, "An Interactive Method for Fuzzy Multiple Attribute Group Decision Making", *Information Sciences*, Article in Press, 2006.
2. A. Abrishamchi, A. Ebrahimian, M. Tajrishi, "Case Study: Application of Multicriteria Decision Making to Urban Water Supply". *Journal of Water Resources Planning and Management*, Vol. 131, No. 4, pp. 326–335, 2005.
3. S. Erdogmus, H. Arasb., E. Koc., "Evaluation of Alternative Fuels for Residential Heating in Turkey Using Analytic Network Process (ANP) with Group Decision-making", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Article in Press, 2004.
4. R. Ramanathan, L.S. Ganesh, "A Multi-objective Programming Approach to Energy Resource Allocation Problems", *International Journal of Energy Research*, vol. 17, pp. 105–19, 1990.
5. M.H. Phua, M. Minowa, "A GIS-based Multi-criteria Decision Making Approach to Forest Conservation Planning at a Landscape Scale: a Case Study in the Kinabalu Area, Sabah, Malaysia", *Landscape and Urban Planning*, vol. 71, pp. 207–222, 2005.
6. G. Herath, "Incorporating Community Objectives in Improved Wetland Management: The Use of The Analytic Hierarchy Process", *Journal of Environmental Management*. Vol. 70, pp. 263–273, 2004.
7. O.I. Larichev, H.M. Moshkovich, "ZAPROS-LM-a Method and System for Ordering Multiattribute Alternatives", *European Journal of Operational Research*, vol. 82, pp. 503–521, 1995.
8. B. Roy, P. Vincke, "Multicriteria Analysis: Survey and New Directions". *European Journal of Operational Research*, vol. 8, pp. 207–218, 1981.
9. V. Mousseau, J. Figueira, L. Dias, C. Gomes da Silva, Climaco & J. "Evolving Inconsistencies Among Constraints on the Parameters of an MCDA Model", *European Journal of Operational Research*. Vol. 147, pp. 72–93, 2003.
10. Z. Xu, "Induced Uncertain Linguistic OWA Operators Applied to Group Decision Making", *Information Fusion*, Vol. 7, pp. 231–238, 2006.
11. B. Al-Kloub, T. Al-Shemmeri, A. Pearman, "The Role of Weights in Multi-criteria Decision Aid, and the Ranking of Water Projects in Jordan", *European Journal of Operational Research*. Vol. 99, pp. 278–288, 1997.
12. Y.M. Wang, C. Parkan, 2005, "A General Multiple Attribute Decision-Making Approach for Integrating Subjective Preferences and Objective Information", *Fuzzy Sets and Systems*. Article in Press.
13. K. Kheireldin, H. Fahmy, "Multi-criteria Approach for Evaluating Long Term Water Strategies", *Water International*, Vol. 26, pp. 527–535, 2001.
14. C.H. Yeh, R.J. Willis, H. Deng & H. Pan, "Task Oriented Weighting in Multi-Criteria Analysis", *European Journal of Operational Research*, V. 119, pp. 130–146, 1999.

15. Z. Chen, "Consensus in Group Decision Making under Linguistic Assessments" *PhD Thesis*, Department of Industrial and Manufacturing Systems Engineering, College of Engineering Kansas State University, Manhattan, 2005.
16. P. S. Bullen, D. S. Mitrinovic & P. M. Vasic, "Means and their Inequalities", *Mathematics and its Applications*, 31, D. Reidel Publishing Co., Dordrecht, 1988.
17. J.L. Marichal, "Aggregation Operators for Multicriteria Decision and Ph.D. Dissertation", University de Liege, 1999.
18. R.R. Yager, "On Weighted Median Aggregation", *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-based Systems* 2. 101– 113, 1994.
19. M. Sugeno, "Theory of Fuzzy Integrals and its Applications", Ph.D. thesis, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, 1974.
20. D. Dubois, H. Fargier, H. Prade, "Refinements of the Maximin Approach to Decision-making in a Fuzzy Environment", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 81, No. 1, pp. 103-122.
21. R.R. Yager, "On Ordered Weighted Averaging Aggregation Operators in Multi-criteria Decision Making", *IEEE Trans.Systems, Man Cybernet.* Vol. 18, pp. 183–190, 1988.
22. R.R. Yager, "Families of OWA Operators", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 59, pp. 125–148, 1993.
23. R.R. Yager, "Aggregation Operators and Fuzzy Systems Modeling", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 67, pp.129–145, 1994.
24. Z.S. Xu & Q.L. Da, "An Overview of Operators For Aggregating Information", *International Journal of Intelligent Systems*, Vol. 18, pp. 953–969, 2003.
25. R.R. Yager & J. Kacprzyk, "Ordered Weighted Averaging Operators: Theory and Applications" *Kluwer Academic Publishers*, Boston, 1997.
26. P.S. Bullen, D.S. Mitrinovic, P.M. Vasic, "Means and Their Inequalities", *D. Reidel Publishing Company*, Dordrecht, 1988.
27. J.L. Marichal, "Aggregation Operators for Multicriteria Decision Aid", *Ph.D. Dissertation*, Universite de Liege, 1999.
28. H. Jiang & J.R. Eastman, "Application of Fuzzy Measures in Multi-criteria Evaluation in GIS". *Int J Geogr Inf Syst.* Vol. 14, No. 2, pp.173–184, 2000.
29. C. Carlsson & R. Full'er & S. Full'er, "OWA Operators for Doctoral Student Selection Problem", in: R.R. Yager and J. Kacprzyk eds., *The Ordered Weighted Averaging operators: Theory, Methodology, and Applications*, Kluwer Academic Publishers, Boston, pp. 178-197, 1997.
30. S.E. Bodily, "Modern Decision Making: a Guide to Modeling with Decision Support Systems", McGraw-Hill Book Company, New York, 1985.
31. B. Mellers & S. Chang , "Representations of Risk Judgments", *Organ Behav Hum Dec.* Vol. 52, No. 7, pp.167–184 1994.
32. R.R. Yager & , "Quantifier Guided Aggregation Using OWA Operators". *International Journal of Intelligent Systems*, Vol. 11, pp. 49-73 1996.
33. Z.S. Xu & Q.L. Da, "An Overview of Operators for Aggregating Information", *International Journal of Intelligent Systems*, Vol. 18, pp. 953–969, 2003.

34. H. Regan, M. Olyvan & L. Markovchick, "A Formal Model for Consensus and Negotiation in Environmental Management", *Journal of Environmental Management*, Article in press, pp.1-10, 2005.
35. E. Condon, B. Golden, E. Wasil, "Visualizing Group Decisions in the Analytic Hierarchy Process", *Computers and Operations Research*, Vol. 30, pp. 1435–1445, 2003.
36. G. Bordogna, M. Fedrizzi, & G. Pasi, "A Linguistic Modeling of Consensus in Group Decision Making Based on OWA Operators", *IEEE Trans. Systems, Man, Cybernet.-Pt. A: Systems Humans*, Vol. 27, No. 1, pp. 126–132, 1997.
37. C. Carlsson, R. Fuller, S. Fuller, "OWA Operators for Doctoral Student Selection Problem", in: R.R. Yager, J. Kacprzyk (Eds.), *The Ordered Weighted Averaging Operators: Theory, Methodology and Applications*, *Kluwer Academic Publishers*, Boston, pp. 167–178, 1997.
38. A. Davey, D. Olson & J. Wallenius, "The Process of Multi Attribute Decision Making: a Case Study of Selecting Applicants for a Ph.D. Program", *European J. Oper. Res.* Vol. 72, pp. 469–484, 1994.
39. R. Smolíková & M.P. Wachowiak, "Aggregation Operators for Selection Problems", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 131, No. 1, pp. 23-34, 2002.

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۵/۱۲/۲)

(تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۶/۴/۲۳)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
رتال جامع علوم انسانی